



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **130237**

(13) **U**

(51) МПК

F28D 15/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 06919**

(22) Дата подання заявки: **20.06.2018**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **26.11.2018**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **26.11.2018, Бюл.№ 22**

(72) Винахідник(и):

**Ніколаєнко Юрій Єгорович (UA),
Котов Микола Микитович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО",
просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)**

(54) ГРАВИТАЦІЙНА ТЕПЛОВА ТРУБА

(57) Реферат:

Гравітаційна тепла труба містить порожнистий герметичний корпус з зонами щонайменше випаровування та конденсації, частково заповнений рідким теплоносієм, та шар капілярної структури, виконаний на внутрішній поверхні корпусу в зоні випаровування як одне ціле з ним у вигляді виступів та западин, почергово розташованих з дрібним кроком уздовж поздовжньої осі корпусу. Порожнистий герметичний корпус щонайменше в зоні випаровування виконано щонайменше з однією плоскою гранню.

UA 130237 U

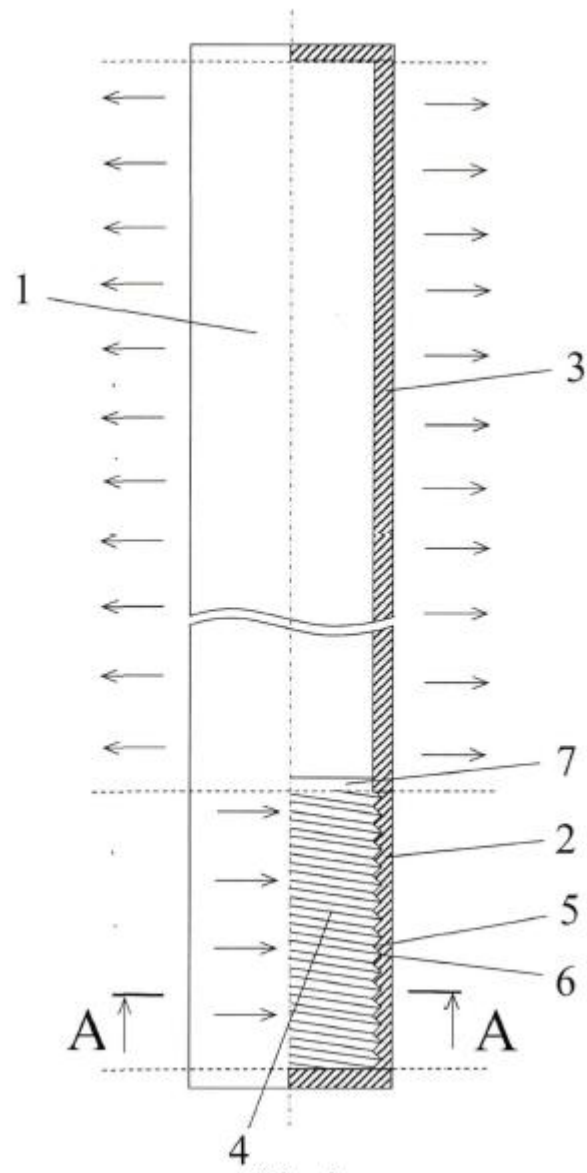


Fig. 1

Корисна модель належить до теплотехніки, зокрема до конструкцій теплопередавальних пристроїв випарно-конденсаційного типу - теплових труб, зона випаровування яких розташована нижче зони конденсації, призначених для експлуатації в умовах дії сили гравітації, переважно в системах охолодження радіоелектронних модулів з електронними компонентами,

5 що мають плоску поверхню основи.

Відома гравітаційна тепла труба (див. патент Російської Федерації на корисну модель № 149337 U1, МПК F28D 15/02, опубл. 27.12.2014 р.), що містить трубчастий корпус, частково заповнений рідким теплоносієм, з зонами випаровування та конденсації, між якими розміщено транспортну зону. В транспортній зоні встановлено вставку з центральною трубкою та периферійними каналами для рознесення між собою зустрічних потоків рідкої та парової фаз теплоносія. На центральній трубці розташовано перфоровані пластини, що мають форму диска з вирізами по периферії. За допомогою центральної трубки та перфорованих пластин сконденсований теплоносій з зони конденсації спрямовується до зони випаровування, що забезпечує функціонування теплової труби при нахилі.

15 Недоліками відомої гравітаційної теплової труби є складність конструкції, нестабільність температури в зоні випаровування внаслідок нестабільності процесу кипіння теплоносія, непридатність для відведення теплоти від електронних компонентів з плоскою поверхнею основи без застосування додаткових конструктивних елементів.

Відома тепла труба плоскої форми (патент США № 6397935 B1, кл. F28D 15/00, опубл. 04.06.2002 р.), що містить: корпус, утворений з двох алюмінієвих пластин, розташованих паралельно одна одній, гофровану алюмінієву пластину, розташовану між двома зазначеними вище пластинами і сполучену з ними шляхом пайки. Гофри пластини мають в перерізі форму трапеції. В похилих поверхнях гофрів виконано отвори прямокутної форми. В каналах, утворених гофрованою алюмінієвою пластиною і двома паралельними алюмінієвими пластинами корпусу, розміщено гніт. Порожнина теплової труби частково заповнена робочою рідиною.

Така тепла труба придатна для відведення теплоти від електронних компонентів з плоскою поверхнею основи, але має суттєвий недолік, що полягає в складності конструкції та технології виготовлення гофрованої капілярної структури і необхідності застосування процесу пайки для з'єднання капілярної структури з корпусом теплової труби.

Гравітаційна тепла труба, відома з патенту Російської Федерації № 108581 U1, МПК F28D 15/00, опубл. 20.09.2011 р., містить герметичний корпус з зоною випаровування, зоною конденсації та транспортною зоною. Корпус в зоні випаровування виконано з металу, що легко деформується, та має форму спіралі, витки якої розташовано в горизонтальній площині або змійкою у вертикальній площині.

Недоліком відомої гравітаційної теплової труби є недостатня інтенсивність процесів теплообміну при кипінні теплоносія в зоні випаровування внаслідок відсутності достатньої кількості центрів пароутворення на гладкій поверхні корпусу та складність виготовлення і застосування теплової труби для відведення теплоти від невеликих (наприклад, розмірами від 5×5 до 10×20 мм) тепловиділяючих електронних компонентів.

Як найближчий аналог вибрано гравітаційну теплову трубу (див. патент України № 109840 U, МПК F28D 15/02, опубл. 12.09.2016 р.), що містить порожнистий герметичний корпус циліндричної форми з зонами щонайменше випаровування та конденсації, частково заповнений рідким теплоносієм, та шар капілярної структури на внутрішній поверхні корпусу, виконаний як одне ціле з корпусом, при цьому шар капілярної структури виконано у вигляді виступів та западин, по чергово розташованих по гвинтовій лінії на внутрішній поверхні корпусу в зоні випаровування, виступи розташовано з дрібним кроком, значення якого знаходиться в межах від 0,05 мм до 0,75 мм включно, а внутрішню поверхню корпусу в зоні конденсації виконано гладкою. Виступи та западини мають трикутний профіль в перерізі з кутом при вершині виступу переважно 60 градусів, а крок між виступами становить переважно 0,50 мм. Така капілярна структура може бути виконана, наприклад, за допомогою стандартного машинно-ручного мітчика для виготовлення метричної нарізи з дрібним кроком. Тому конструкція відомої гравітаційної теплової труби є простою та технологічною у виготовленні, що дозволяє налагодити її виробництво в умовах малого або середнього підприємства машинобудівної або приладобудівної галузі.

Недоліком найближчого аналогу є обмеженість його функціональних можливостей, оскільки описана гравітаційна тепла труба має корпус циліндричної форми і не придатна без застосування додаткових перехідних конструктивних елементів для відведення теплоти від тепловиділяючих електронних компонентів з плоскою поверхнею основи, наприклад, від

транзисторів та монолітних інтегральних схем підсилювачів потужності радіоелектронних модулів.

В основу корисної моделі поставлена задача розширити функціональні можливості гравітаційної теплової труби з шаром капілярної структури, виконаної як одне ціле з її корпусом в зоні випаровування у вигляді виступів та западин, по чергово розташованих з дрібним кроком уздовж поздовжньої осі корпусу, шляхом створення нової конструкції гравітаційної теплової труби, яка б була придатна для відведення теплоти від тепловиділяючих електронних компонентів з плоскою поверхнею основи без необхідності залучення додаткових перехідних конструктивних елементів. Застосування додаткових конструктивних елементів між тепловою трубою та електронним компонентом вносить додатковий термічний опір теплопередачі та знижує ефективність відведення теплоти від електронного компонента.

Поставлена задача вирішується тим, що в гравітаційній тепловій трубі, що містить порожнистий герметичний корпус з зонами щонайменше випаровування та конденсації, частково заповнений рідким теплоносієм, та шар капілярної структури, виконаний на внутрішній поверхні корпусу в зоні випаровування як одне ціле з ним у вигляді виступів та западин, по чергово розташованих з дрібним кроком уздовж поздовжньої осі корпусу, порожнистий герметичний корпус щонайменше в зоні випаровування виконано щонайменше з однією плоскою гранню. При цьому значення дрібного кроку виступів та западин знаходиться в межах від 0,01 мм до 0,75 мм включно, а виступи та западини мають трикутний або прямокутний або трапецієвидний профіль в перерізі. Внутрішня поверхня корпусу в зоні конденсації виконана, переважно, гладкою.

Суть корисної моделі пояснюють креслення.

На фіг. 1 представлено загальний вигляд гравітаційної теплової труби, суміщений з поздовжнім перерізом.

На фіг. 2 - фрагмент шару капілярної структури в перерізі у збільшеному масштабі.

На фіг. 3 - поперечний переріз теплової труби по лінії А-А з двома плоскими гранями в зоні випаровування (варіант 1 - основний варіант).

На фіг. 4 - поперечний переріз теплової труби по лінії А-А з однією плоскою гранню в зоні випаровування (варіант 2).

На фіг. 5 - поперечний переріз теплової труби по лінії А-А з трьома плоскими гранями в зоні випаровування (варіант 3).

На фіг. 6 - поперечний переріз теплової труби по лінії А-А з чотирма плоскими гранями в зоні випаровування (варіант 4).

Гравітаційна тепла труба містить порожнистий герметичний корпус 1 щонайменше з зоною випаровування 2 та зоною конденсації 3. На фіг. 1 межі зони випаровування 2 та зони конденсації 3 умовно позначено горизонтальними пунктирними лініями. Як одне ціле з корпусом 1 на його внутрішній поверхні в зоні випаровування 2 виконано шар капілярної структури 4. Шар капілярної структури 4 виконано у вигляді по чергово розташованих уздовж поздовжньої осі корпусу 1 на його внутрішній поверхні в зоні випаровування 2 виступів 5 та западин 6 (див. фіг. 2). Виступи 5 та западини 6 розташовано з дрібним кроком, значення якого знаходиться в межах, наприклад, від 0,01 мм до 0,75 мм включно. Виступи 5 та западини 6 шару капілярної структури 4 в зоні випаровування 2 мають, наприклад, трикутний профіль в перерізі (основний варіант). Вершини виступів 5 та западин 6 можуть мати як загострену, так і закруглену або зрізану форму. Порожнистий герметичний корпус 1 частково заповнено рідким теплоносієм 7, наприклад, хладоном.

Порожнистий герметичний корпус гравітаційної теплової труби щонайменше в зоні випаровування виконано щонайменше з однією плоскою гранню 8 (див. фігури 3-6). Основним варіантом виконання гравітаційної теплової труби є виконання її порожнистого корпусу 1 в зоні випаровування з двома протилежно розташованими плоскими гранями 8 (див. фіг. 3, варіант 1).

Внутрішню поверхню корпусу 1 в зоні конденсації 3 виконано, переважно, гладкою.

В межах формули даної корисної моделі можливі й інші варіанти виконання гравітаційної теплової труби. Наприклад, порожнистий герметичний корпус гравітаційної теплової труби в зоні випаровування може бути виконано з однією плоскою гранню 8 (див. фіг. 4, варіант 2), з трьома плоскими гранями 8 (див. фіг. 5, варіант 3), з чотирма плоскими гранями 8 (див. фіг. 6, варіант 4) або з більшою кількістю плоских граней в залежності від розмірів корпусу гравітаційної теплової труби (не показано).

В інших варіантах виконання щонайменше одна плоска грань 8 може бути виконана не лише в межах зони випаровування, а й в межах всієї довжини корпусу 1 теплової труби. Крім того, між зоною випаровування та зоною конденсації може бути виконана транспортна зона. Виступи та западини в шарі капілярної структури в інших варіантах виконання можуть мати прямокутний

або трапецієвидний профіль в перерізі. Діаметр, товщина стінки, довжина гравітаційної теплової труби можуть знаходитися в широких межах, в залежності від конкретної конструкції теплової труби та вимог до неї. Корпус гравітаційної теплової труби може бути виконаний з різних металів, наприклад, з міді, алюмінію або його сплавів, титану або його сплавів, нікелю тощо. Як

5 теплоносієм застосовується рідина, що корозійно сумісна з матеріалом корпусу, наприклад, дистильована вода, аміак, хладони, спирти, ацетон тощо. Гравітаційна теплова труба може мати один або декілька вигинів в одній або декількох площинах.

Робота запропонованої гравітаційної теплової труби здійснюється наступним чином.

10 При підведенні теплового потоку до плоскої грані корпусу 1 зони випаровування 2 (підведення та відведення теплового потоку на фіг. 1 показано стрілками) тепловий потік теплопровідністю корпусу розповсюджується по всьому периметру корпусу в зоні випаровування. Рідкий теплоносієм 7, що знаходиться в шарі капілярної структури 4 на внутрішній поверхні корпусу 1 теплової труби в зоні випаровування 2, починає випаровуватися або кипіти (в залежності від густини теплового потоку), інтенсивно поглинаючи при цьому

15 підведену теплоту. Парові бульбашки, що утворюються при кипінні, на фіг. 2 умовно позначено окружностями з пунктирними лініями. Центри пароутворення з'являються між виступами 5, переважно в западинах 6, шару капілярної структури, оскільки в цій області теплоносієм є найбільш перегрітим завдяки теплоті, що підводиться до нього від стінки корпусу 1 в зоні випаровування 2 та виступів 5 шару капілярної структури. Оскільки крок між сусідніми

20 виступами є дрібним (переважно 0,3-0,5 мм), кількість западин 6 в межах зони випаровування 2 є значною, що сприяє збільшенню кількості центрів пароутворення, а отже - інтенсифікації процесу теплообміну при кипінні теплоносія та зниженню термічного опору теплової труби. Пара теплоносія рухається в зону конденсації 3, де конденсується на її внутрішній гладкій поверхні, віддаючи при цьому теплоту пароутворення корпусу 1, а від нього - теплота розсіюється в оточуюче середовище. Тонка плівка конденсату теплоносія завдяки дії сили гравітації стікає по

25 гладкій поверхні стінки корпусу до зони випаровування 2 і цикл випаровування-конденсації повторюється.

Порівняно з найближчим аналогом заявлена гравітаційна теплова труба має розширені функціональні можливості, оскільки вона придатна для відведення теплоти від електронних

30 компонентів з плоскою поверхнею основи, наприклад, від транзисторів та монолітних інтегральних схем, без застосування додаткових конструктивних елементів. При невеликих розмірах електронних компонентів, наприклад від 5×5 мм до 10×20 мм, електронні компоненти плоскою поверхнею своєї основи встановлюють з забезпеченням теплового контакту безпосередньо на плоску грань корпусу теплової труби за допомогою, наприклад, припою або

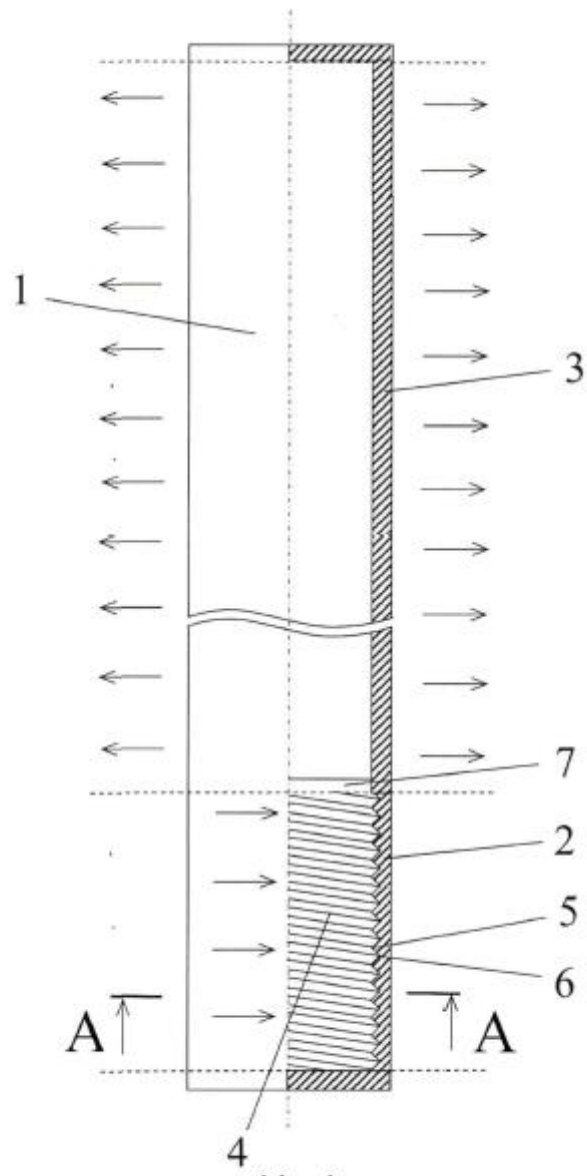
35 теплопровідного клею, що забезпечує ефективне відведення теплоти від електронних компонентів.

Таким чином, запропонована гравітаційна теплова труба є новим, промислово придатним технічним рішенням з розширеними функціональними можливостями і може бути використана

40 для ефективного відведення теплоти від електронних компонентів з плоскою поверхнею основи, наприклад, від транзисторів та монолітних інтегральних схем підсилювачів потужності радіоелектронних модулів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 45 1. Гравітаційна теплова труба, що містить порожнистий герметичний корпус з зонами щонайменше випаровування та конденсації, частково заповнений рідким теплоносієм, та шар капілярної структури, виконаний на внутрішній поверхні корпусу в зоні випаровування як одне ціле з ним у вигляді виступів та западин, по чергово розташованих з дрібним кроком уздовж
- 50 поздовжньої осі корпусу, яка **відрізняється** тим, що порожнистий герметичний корпус щонайменше в зоні випаровування виконано щонайменше з однією плоскою гранню.
2. Гравітаційна теплова труба за п. 1, яка **відрізняється** тим, що значення дрібного кроку виступів та западин знаходиться в межах від 0,01 мм до 0,75 мм включно, а виступи та западини мають трикутний або прямокутний, або трапецієвидний профіль в перерізі.
3. Гравітаційна теплова труба за п. 1, яка **відрізняється** тим, що внутрішня поверхня корпусу в
- 55 зоні конденсації виконана гладкою.



Фиг. 1

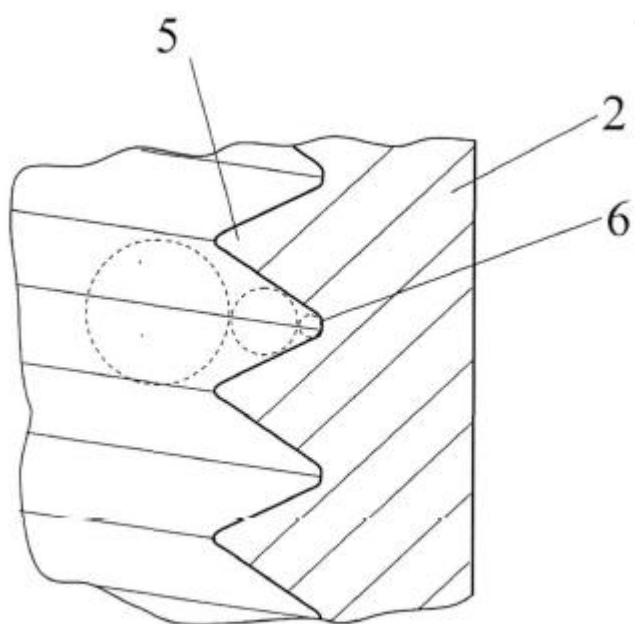


Fig. 2

A-A (вариант 1)

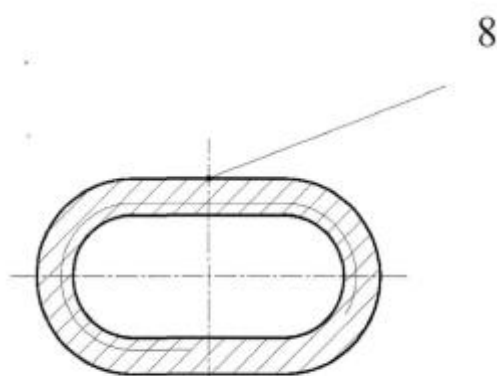


Fig. 3

A-A (варіант 2)

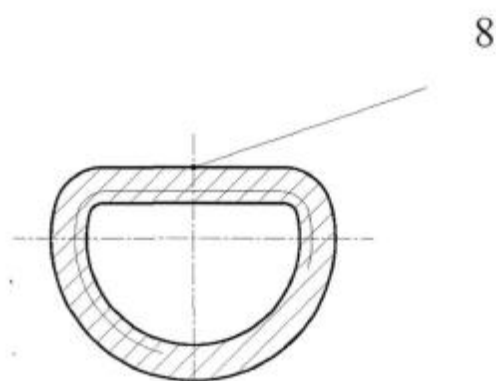


Fig. 4

A-A (варіант 3)

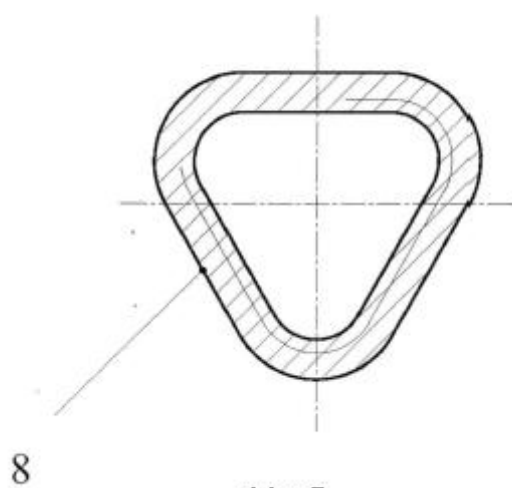


Fig. 5

A-A (варіант 4)

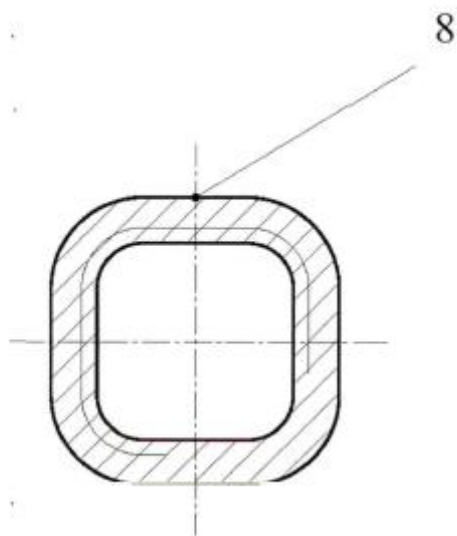


Fig. 6

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601